
EU FP7 School of the Future –

Auf dem Weg zur Null-Emission mit hochwertigem Raumklima



Heike Erhorn-Kluttig, Hans Erhorn, Simone Steiger
Fraunhofer-Institut für Bauphysik

© Fraunhofer IBP

3. IBP-Kongress Zukunftsraum Schule, Stuttgart, 13.10.2013



Das School of the Future Projekt

- Demonstrationsprojekt im 7. Rahmenprogramm der EU
- Ziel: Entwerfen, demonstrieren, evaluieren und kommunizieren von leuchtenden Beispielen für die hocheffiziente Gebäudesanierung
- Warum Schulgebäude?
 - Mehrfacher Einfluss auf Schulen und den Wohnungsbausektor
 - Schüler agieren als Kommunikator zu den Familien
- Die Demonstrationsprojekte werden nicht Nullemission erreichen
 - Begrenzte Förderung (Scale of Unit Costs -> 100 €/m² anrechenbar, 50 €/m² EU-Förderung)
 - Trotzdem: weit niedrigerer Energiebedarf als normale Sanierungen
 - Erfahrungen aus nationalen Projekten führen zu Leitfäden bis hin zu Maßnahmenpaketen für Plusenergieschulen
- Forschung, Training und Disseminierung
- Partner aus Stadtverwaltungen, Forschung und Industrie

© Fraunhofer IBP



Das Konsortium

Partner			Land	Typ
1	Fraunhofer-Institut für Bauphysik (Koordinator)		Deutschland	Forschung
2	ENEA		Italien	Forschung
3	Cenergia Energy Consultants		Dänemark	Planer, KMU
4	SBi - Danish Building Research Institute, Aalborg University		Dänemark	Forschung
5	Stiftelsen SINTEF		Norwegen	Forschung
6	Landeshauptstadt Stuttgart		Deutschland	Öffentl. Hand
7	Cesena Kommune		Italien	Öffentl. Hand
8	Ballerup Kommune		Dänemark	Öffentl. Hand
9	Drammen Eiendom		Norwegen	Öffentl. Hand
10	ALDES spa		Italien	Industrie
11	Saint-Gobain Isover a/s		Dänemark	Industrie
12	Glass og Fasadeforeningen – Glas und Fassadenverband		Norwegen	Industrie
13	Schneider Electric Buildings Denmark A/S		Dänemark	Industrie

© Fraunhofer IBP

Demonstration: 4 unterschiedliche Schulgebäude – ein Ziel

- Reduzierung des Gesamtenergieverbrauchs > Faktor 3, verifiziert durch Messungen
- Reduzierung des Heizenergieverbrauchs > 75 %, verifiziert durch Messungen
- Verbesserung des Raumklimas (Luft, Tageslicht, Akustik, thermische Behaglichkeit) mit Auswirkungen auf die Leistungsfähigkeit der Schüler, analysiert durch Kurzzeitmessungen und Fragebögen

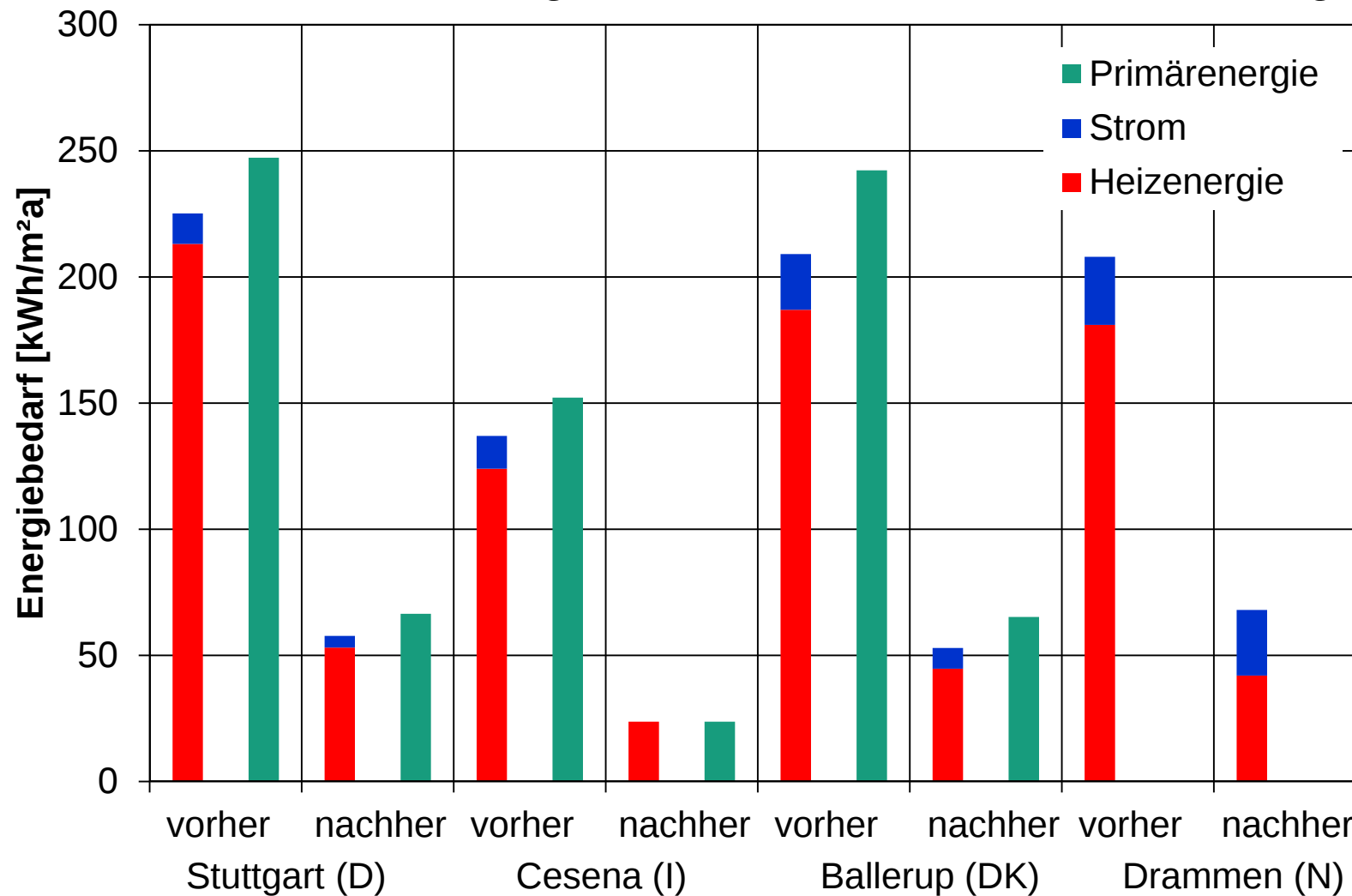


© Fraunhofer IBP

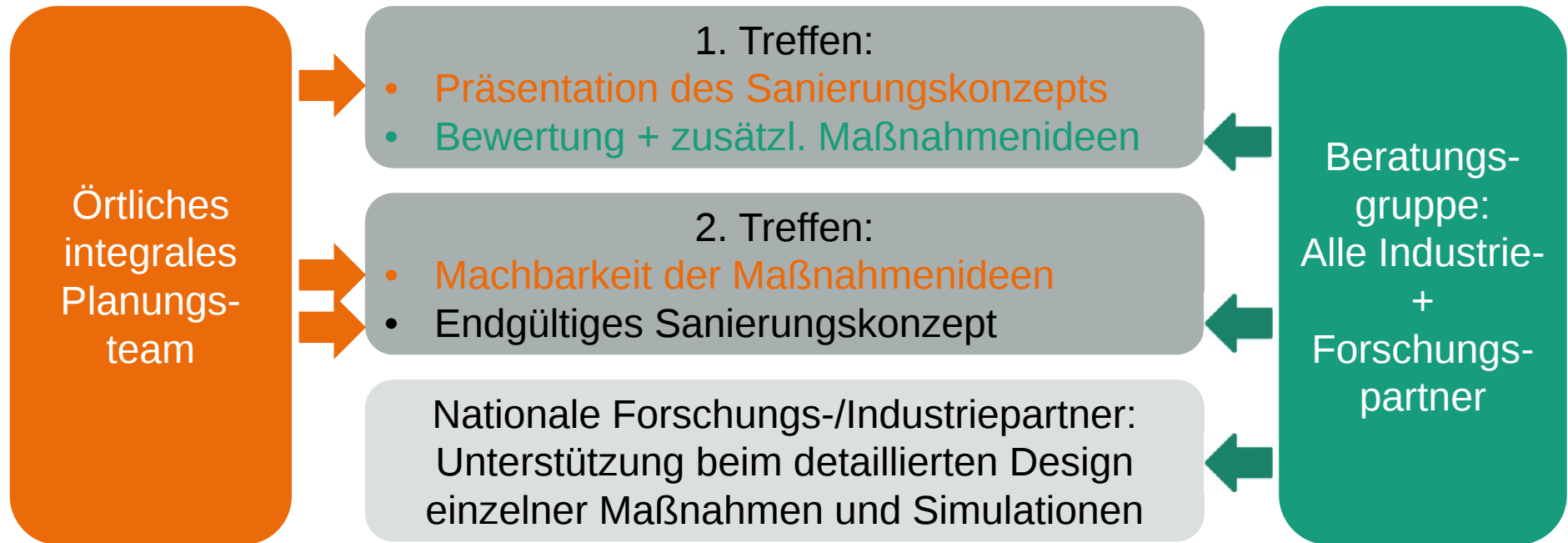


Demonstration: 4 unterschiedliche Schulgebäude – ein Ziel

Berechneter Energiebedarf vor und nach der Sanierung



Demonstration: Beratung bei der Planung und Messung



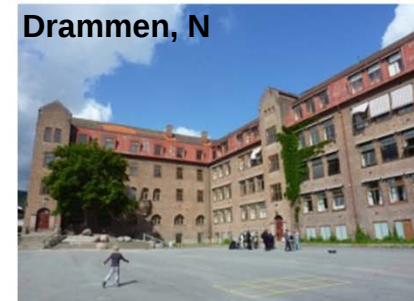
Stuttgart, D



Cesena, I



Ballerup, DK



Drammen, N

© Fraunhofer IBP

Kennwerte vor der Sanierung

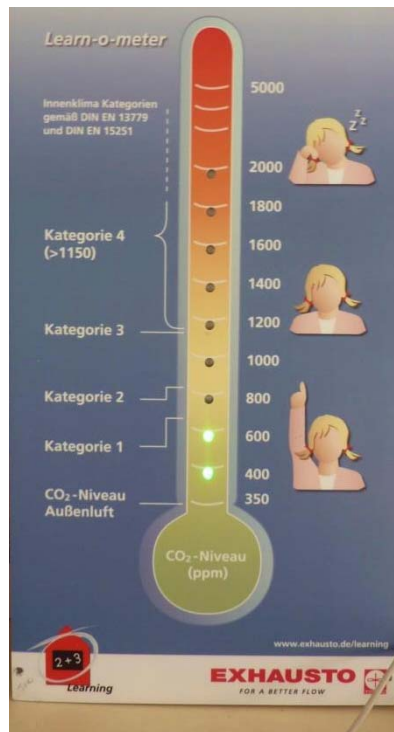
Schule	Stuttgart, D	Cesena, I	Ballerup, DK	Drammen, N
				
Nutzfläche	8924 m ²	6420 m ²	3850 m ²	7079 m ²
Baujahr	60er – 90er	60-er	1972	1914 hist. Geb.
Schüler	710	380 – 400	360	370
Wände	Sichtbeton, teilw. 8 cm Dämmung	Sichtbeton, Ziegel, keine Dämmung	Ziegel+7 cm Däm., Wärmebrücken	2-schal. Ziegelm. keine Dämmung
Fenster	2-fach Verglasung, einige 1-fachvergl.	1-fach vergl., Eisenrahmen	2-fach Verglasung, undicht	ersetzt ~ 1965, 2-fach Verglasung
Dach	nicht ausr. gedämmt	ungedämmt	nicht wasserdicht	Mansarde unged.
Heizung	2 Gaskessel (2004), Radiatoren	2 Gaskessel (1972), Radiatoren	Fernwärme, Radiatoren	Ölkessel, Radiatoren
WW-Bereitung	Frischwasserstation	Kessel und Speicher	Frischwasserstation	Ölkessel/elektrisch
Lüftung	mech. keine WRG	Fensterlüftung	hybrid: natürl./Vent.	3 VVS+WRG
Beleuchtung	T8, red. Lampen	T8	T8, Anwesenheitss.	T5, Anwesenheitss.
Heizenergie	213 kWh/m ² a	124 kWh/m ² a	187 kWh/m ² a	181 kWh/m ² a
Strom	12 kWh/m ² a	13 kWh/m ² a	22 kWh/m ² a	27 kWh/m ² a

Sanierungsmaßnahmen

Schule	Stuttgart, D	Cesena, I	Ballerup, DK	Drammen, N
				
Wände	WDVS/vorgeh. Fass. 14-18 cm Dämm.	WDVS mit 10/12 cm Dämmung	33 cm Mineralwolle	innen 2 cm Vakuumdämmung
Fenster	3-fach Verglasung, einige 2-fach vergl.	2-fach Verglasung, PVC-Rahmen, g/τ	3-fach Verglasung	Passivhausfenster, 3-fach verglast
Dach	14-22 cm Dämmung	20 cm Mineralwolle	25 cm -> Σ45 cm	Attikadämm. 30 cm
Heizung	BHKW + best. Gas- kessel, Radiatoren	Gasbrennwertkessel, Zonierung	Fernwärme, Radiatoren	Erdreichwärme- pumpe
WW-Bereitung	Frischwasserstation	Kessel + Speicher	Frischwasserstation	Wärmepumpe + el.
Lüftung	mechanisch mit WRG/hybrid	5 mech. Lüftung 80% WRG	mechanische Lüftung mit WRG	Sporthalle: 83% WRG
Beleuchtung	Farbe, T5, EVG	T8	T8, Test von LEDs	T5, Anwesenheitss.
Ern. Energien	BHKW: Eigen- nutz.+Einspeisung	64,7 kWp PV	22,5 kWp PV	Erdreichwärme- pumpe
Regelung	IAQ Visual., SEKS	ferngest., Messung	zentr. Gebäudeaut.	zentr. Gebäudeaut.
Heizenergie	53 kWh/m²a	24 kWh/m²a	45 kWh/m²a	42 kWh/m²a
Strom	5 kWh/m²a	0 kWh/m²a	8 kWh/m²a	26 kWh/m²a

Sanierungs-Highlights:

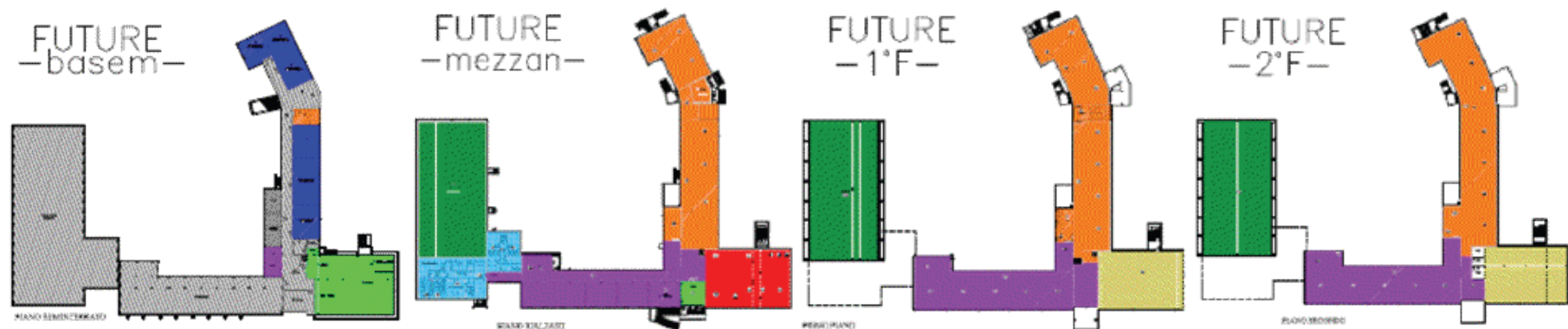
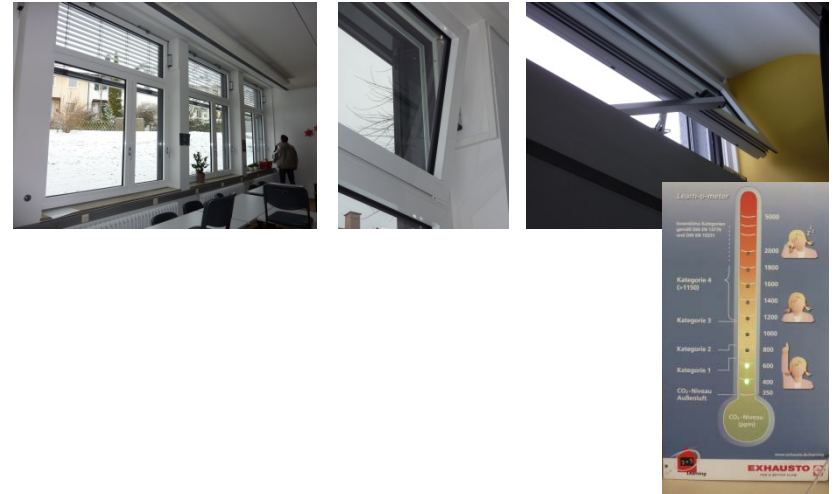
- Stuttgart:
 - Hybrides Lüftungssystem: el. Beschläge
 - Luftqualitäts-Visualisierung



© Fraunhofer IBP

Sanierungs-Highlights:

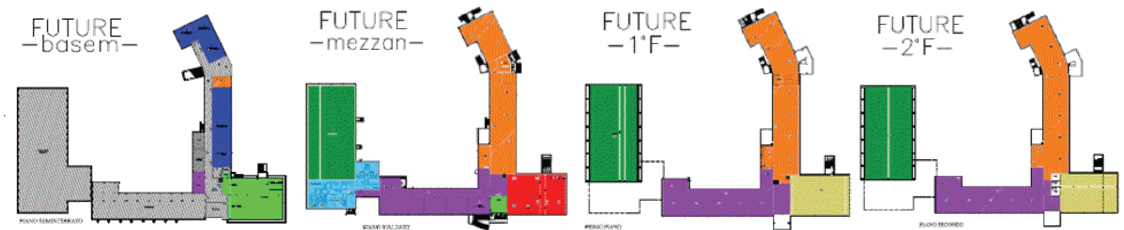
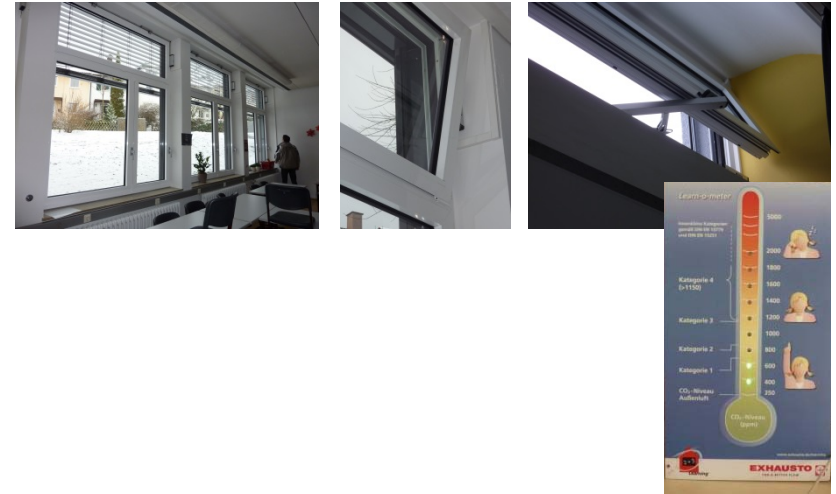
- Stuttgart:
 - Hybrides Lüftungssystem: el. Beschläge
 - Luftqualitäts-Visualisierung
- Cesena:
 - Zonierung der Heizung



© Fraunhofer IBP

Sanierungs-Highlights:

- Stuttgart:
 - Hybrides Lüftungssystem: el. Beschläge
 - Luftqualitäts-Visualisierung
- Cesena:
 - Zonierung der Heizung
- Ballerup:
 - LED Test in einigen Klassenzimmern (Downlights und deckenintegriert)



© Fraunhofer IBF



Sanierungs-Highlights:

- Stuttgart:

- Hybrides Lü
- Luftqualitäts

- Cesena:

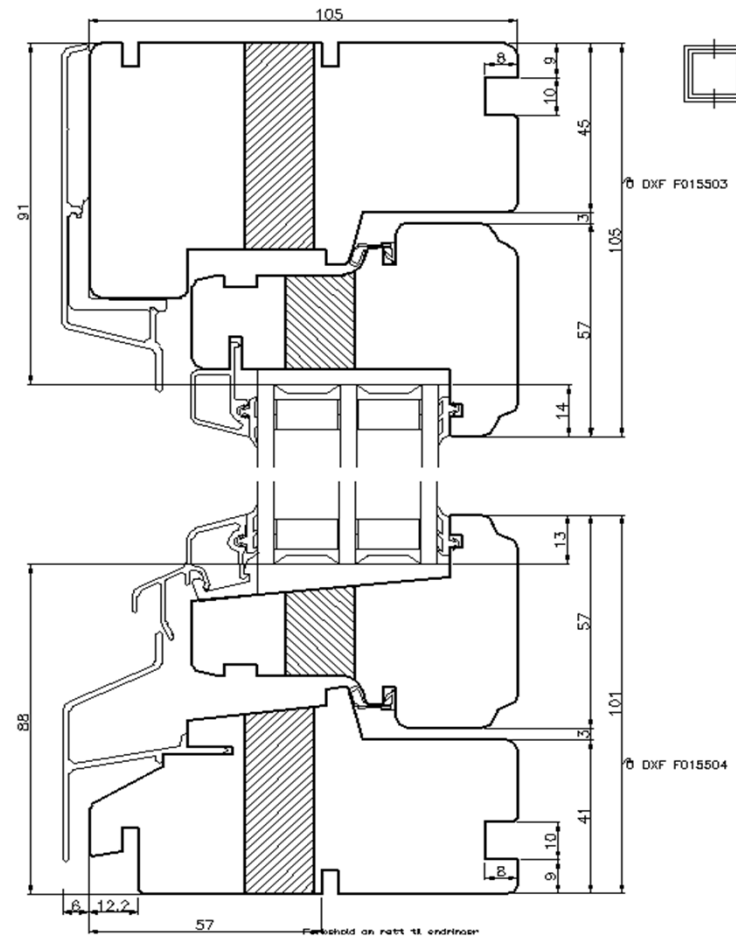
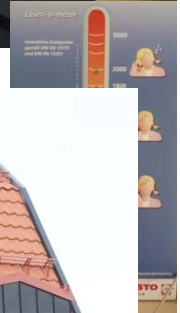
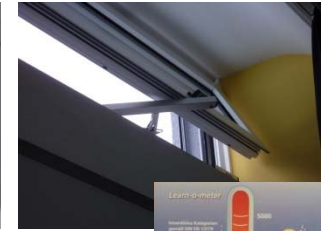
- Zonierung d

- Ballerup:

- LED Test in zimmern (D deckeninteg

- Drammen:

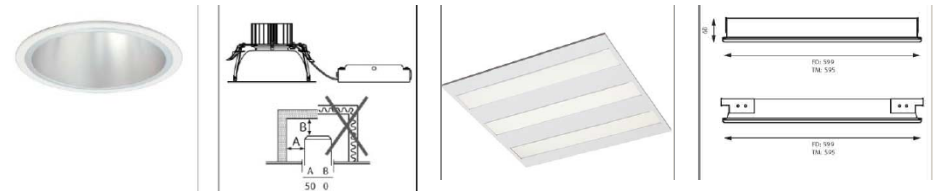
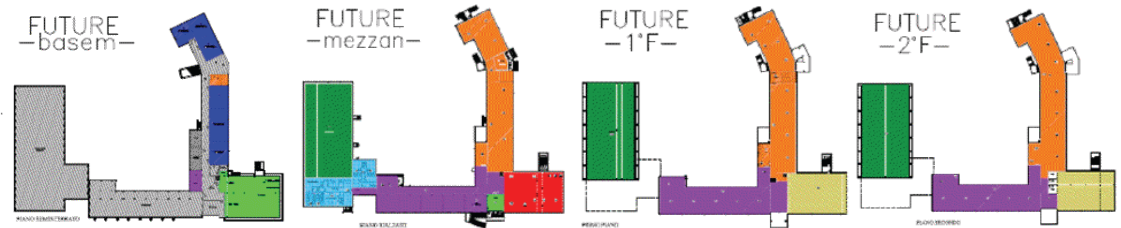
- Passivhaus Schulgebäu



© Fraunhofer IBP

Sanierungs-Highlights:

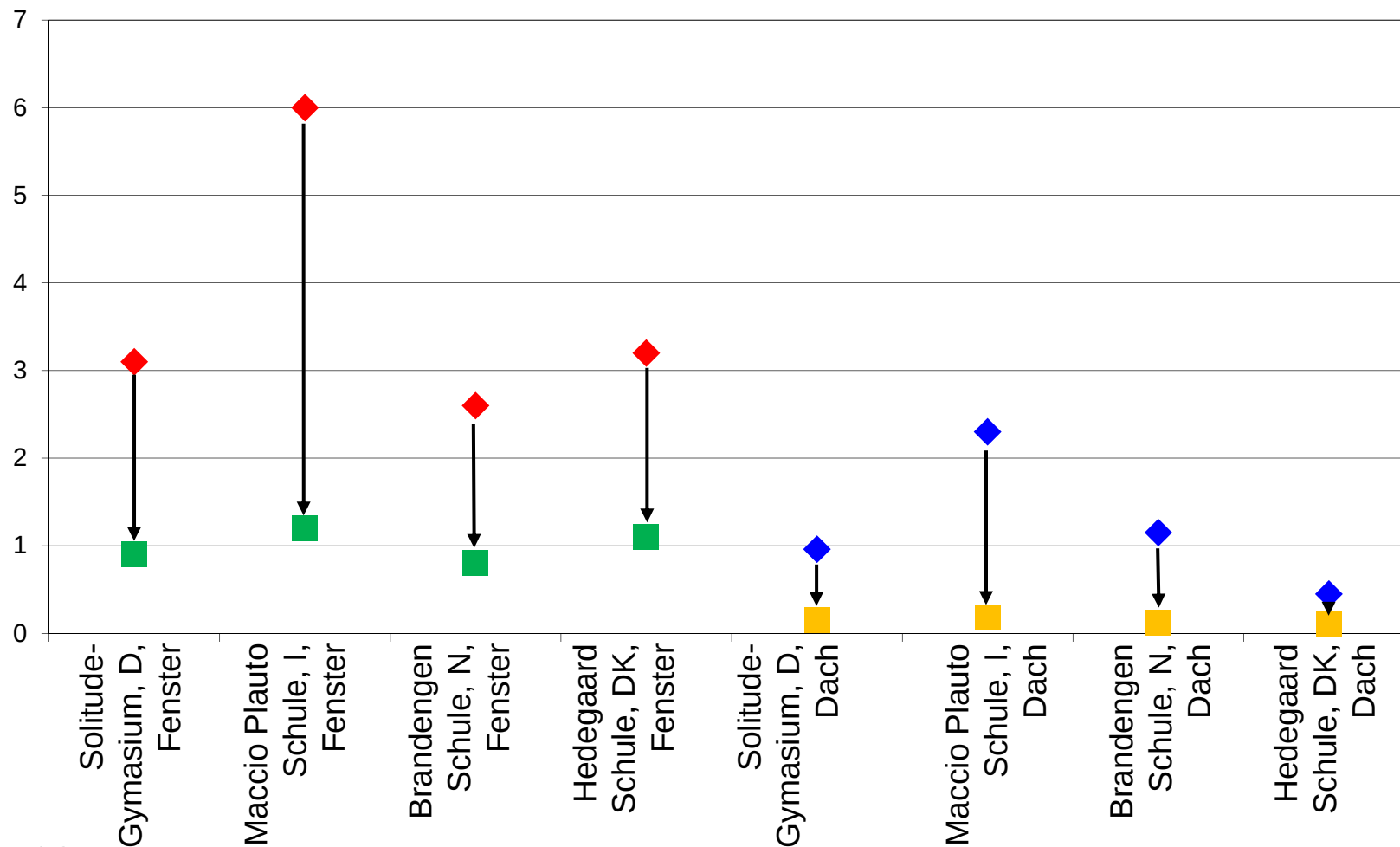
- **Stuttgart:**
 - Hybrides Lüftungssystem: el. Beschläge
 - Luftqualitäts-Visualisierung
- **Cesena:**
 - Zonierung der Heizung
- **Ballerup:**
 - LED Test in einigen Klassenzimmern (Downlights und deckenintegriert)
- **Drammen:**
 - Passivhausfenster in einem historischen Schulgebäude



© Fraunhofer IBP

Bauliche Sanierung

U-Werte von Fenstern und Dächer in den Schulgebäuden [W/m²K]

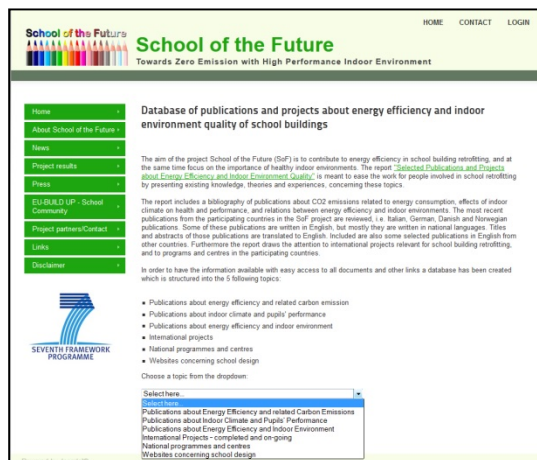


© Fraunhofer IBP

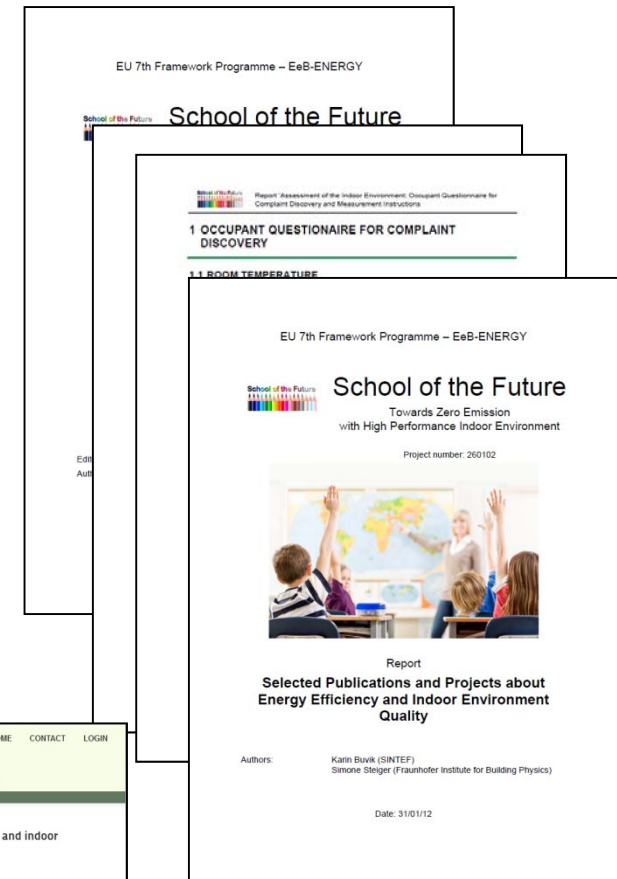
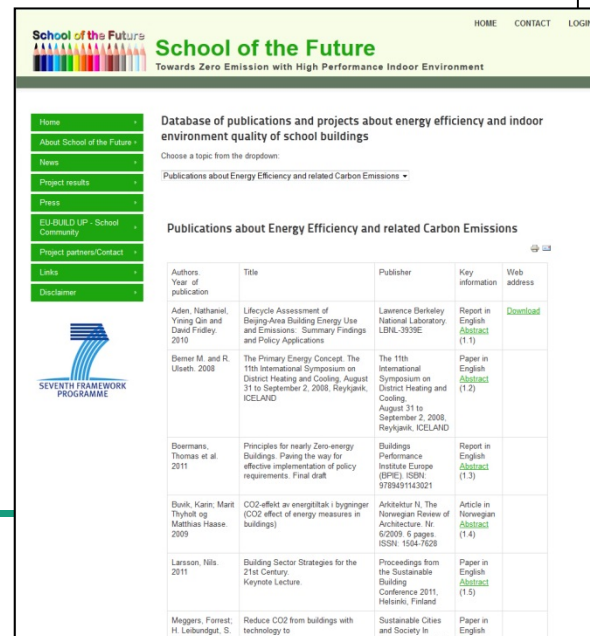
Weitere Projektergebnisse

Bereits erhältlich:

- Berichte:
 - Dokumentation der Planungsphase
 - Bewertung des Raumklimas: Fragebögen und Messleitfaden
 - Ausgewählte Veröffentlichungen und Projekte zu Energieeffizienz und Raumklima -> Datenbank und Links



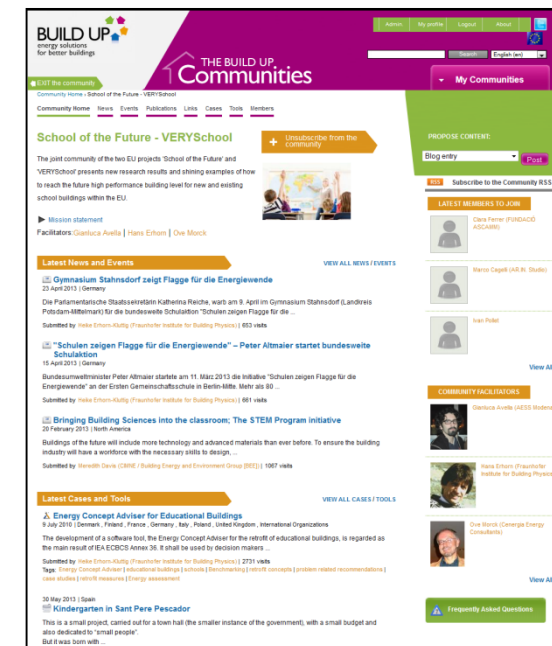
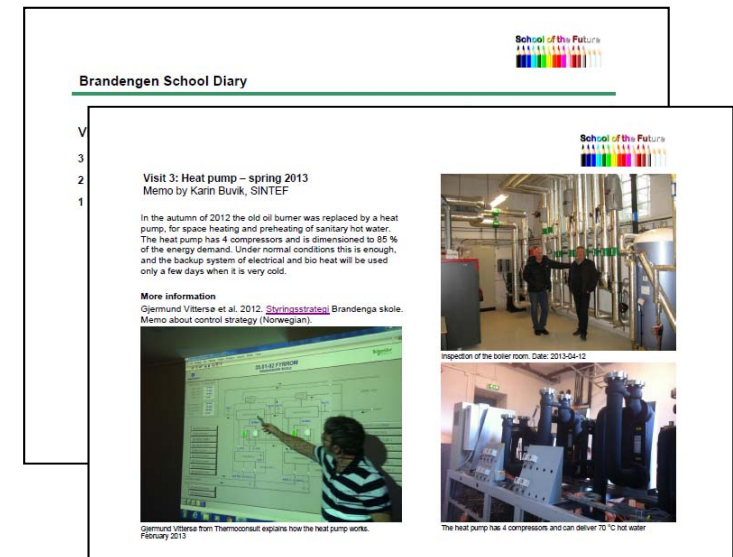
© Fraunhofer IBP



Weitere Projektergebnisse

Bereits erhältlich:

- Berichte:
 - Dokumentation der Planungsphase
 - Bewertung des Raumklimas: Fragebögen und Messleitfaden
 - Ausgewählte Veröffentlichungen und Projekte zu Energieeffizienz und Raumklima
-> Datenbank und Links
- Bautagebuch
- „School of the Future“ Plattform auf EU BUILD UP:
www.buildup.eu/communities/schoolfuture



© Fraunhofer IBP



Weitere Projektergebnisse

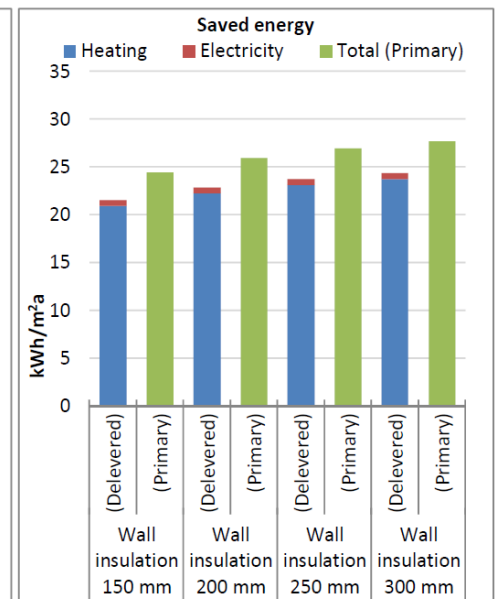
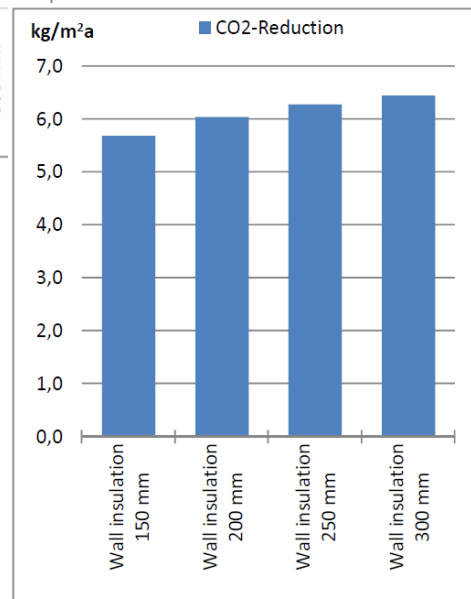
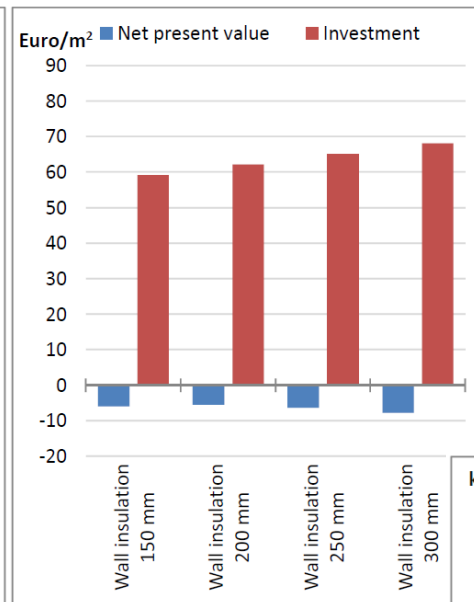
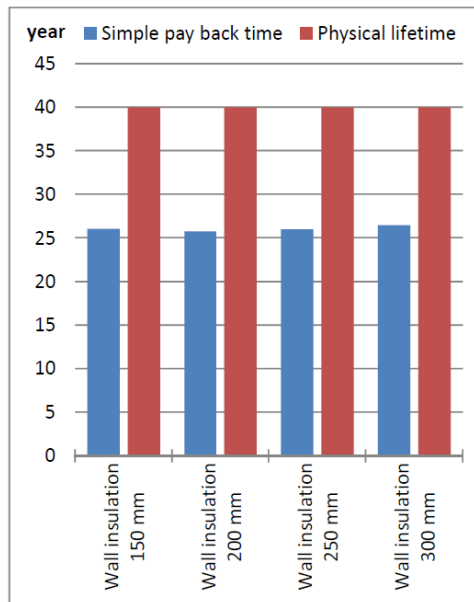
Bereits erhältlich:

- Berichte:
 - Dokumentation der Planungsphase
 - Bewertung des Raumklimas:
Fragebögen und Messleitfaden
 - Ausgewählte Veröffentlichungen und
Projekte zu Energieeffizienz und Raumklima
-> Datenbank und Links
- Bautagebuch
- „School of the Future“ Plattform auf EU BUILD UP:
www.buildup.eu/communities/schoolfuture

Bald verfügbar:

- Bericht über das Technologie-Screening

Weitere Projektergebnisse: Technologie-Screening



© Fraunhofer IBP

Weitere Projektergebnisse

Bereits erhältlich:

www.school-of-the-future.eu

- Berichte:
 - Dokumentation der Planungsphase
 - Bewertung des Raumklimas:
Fragebögen und Messleitfaden
 - Ausgewählte Veröffentlichungen und
Projekte zu Energieeffizienz und Raumklima
-> Datenbank und Links
- Bautagebuch
- „School of the Future“ Plattform auf EU BUILD UP:
www.buildup.eu/communities/schoolfuture

Bald verfügbar:

- Bericht über das Technologie-Screening
- Schulsanierungsleitfäden, Informationstool,
Nutzertraining, etc.

© Fraunhofer IBP

